

Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) - Amandemen 2

(IEC 60364-4-42:2010, MOD)



© IEC 2010 – All rights reserved

© BSN 2014 untuk kepentingan adopsi standar IEC menjadi SNI – Semua hak dilindungi

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Instalasi listrik voltase rendah – Bagian 4-42: Proteksi untuk keselamatan – Proteksi terhadap efek termal Amandemen 2	1
420.1 Ruang lingkup.....	1
420.2 Acuan normatif.....	1
420.3 Istilah dan definisi	2
421 Proteksi terhadap kebakaran yang disebabkan oleh perlengkapan listrik.....	3
422 Tindakan pencegahan di mana ada risiko khusus kebakaran.....	4
423 Proteksi terhadap luka bakar	11
424 Proteksi terhadap panas lebih	11
Bibliografi	13
Tabel 42.1 - Batas suhu dalam layanan normal untuk bagian dapat diakses perlengkapan dalam jangkauan tangan	11



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) - Amandemen 2”, diadopsi secara modifikasi dari standar *International Electrotechnical Commission* (IEC) 60364-4-42 Ed.3.0 (2010-05) berjudul “*Low-voltage electrical installations – Part 4-42 Protection for safety – Protection against thermal effects*”.

Standar ini membatalkan dan menggantikan Bagian 4-42 PUIL 2011.

Bila ada keraguan mengenai terjemahan standar ini, maka agar mengacu pada naskah aslinya dalam bahasa Inggris, kecuali modifikasi.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 91-03 Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) melalui prosedur perumusan standar dan dibahas dalam Forum Konsensus tanggal 8 Oktober 2013 di Jakarta, serta telah melalui tahap Jajak Pendapat tanggal 17 Februari 2014 sampai dengan 16 April 2014 dan melalui tahap Pemungutan Suara tanggal 14 Juli 2014 sampai dengan 15 September 2014.

Dalam rangka mempertahankan mutu ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul demi kesempurnaan standar ini di kemudian hari.

Modifikasi yang dilakukan mencakup:

- a. Penyesuaian nomor IEC menjadi PUIL 2011 atau bagian PUIL;
- b. Bagian 422.3.9;
- c. Bagian 422.3.12.

Persyaratan Umum Instalasi Listrik – Bagian 4-42: Proteksi untuk keselamatan – Proteksi terhadap efek termal

CATATAN Bagian 4-42 merupakan adopsi dari IEC 60364-4-42:2010 dengan modifikasi. Modifikasi dapat berupa penambahan, perubahan atau pengurangan. Ayat, subayat, tabel, catatan atau lampiran yang merupakan modifikasi diberi tanda MOD.

420.1 Ruang lingkup

Bagian PUIL 2011 ini berlaku untuk instalasi listrik dengan mempertimbangkan tindakan proteksi untuk manusia, ternak dan harta benda terhadap

- efek termal, kebakaran atau degradasi bahan dan risiko kebakaran yang disebabkan oleh perlengkapan listrik,
- nyala api dalam peristiwa kebakaran yang dirambatkan dari instalasi listrik ke kompartemen kebakaran (*fire compartment*) lainnya yang dipisahkan oleh barrier yang ada di sekitarnya, dan
- pemburukan fungsi keselamatan dari perlengkapan listrik, termasuk layanan keselamatan.

CATATAN 1 Untuk proteksi terhadap efek termal, persyaratan peraturan nasional dapat diterapkan.

CATATAN 2 Proteksi terhadap arus-lebih dijelaskan dalam PUIL 2011 Bagian 4-43.

420.2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penerapan standar ini. Untuk acuan bertahun, hanya berlaku edisi yang disebutkan. Untuk acuan tak bertahun, berlaku edisi mutakhir dokumen acuan (termasuk amandemennya).

IEC 60079-14:1996, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60332-1:1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Tests on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60332-3-10:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-10: Tests for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Apparatus*

IEC 60332-3-21:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-21: Tests for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category A F/R*

IEC 60332-3-22:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-22: Tests for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category A*

IEC 60332-3-23:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-23: Tests for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category B*

IEC 60332-3-24:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-24: Tests for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*

IEC 60332-3-25:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-25: Tests for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category D*

PUIL Bagian 4-41

PUIL 4-43

PUIL 5-51

IEC 60614 (*all parts*), *Conduits for electrical installations*

420.3 Istilah dan definisi

Untuk keperluan dokumen ini, berlaku istilah dan definisi berikut.

420.3.1

mudah terbakar

mampu terbakar

420.3.2

kebakaran

- proses pembakaran dicirikan oleh emisi bahang dan limbah disertai asap, dan/atau nyala api dan/atau pemijaran
- penyebaran pembakaran yang cepat, tidak terkendali dalam ruang dan waktu

420.3.3

kemampu nyalaan

kemampuan bahan atau produk untuk terbakar dengan nyala api dalam kondisi uji yang ditentukan

420.3.4

kemampu sulutan

mudahnya spesimen dapat tersulut karena pengaruh sumber eksternal, pada kondisi uji yang ditentukan

420.3.5

penyulutan

awal pembakaran

CATATAN Untuk informasi selanjutnya, lihat IEC 60695-4.

420.3.6

komponen tidak merambatkan nyala api

komponen yang dapat tersulut, sebagai akibat nyala api yang diterapkan, tapi nyala api tidak merambat dan terjadi pemadaman sendiri di dalam waktu terbatas sesudah nyala api dipadamkan

[IEC 60050-442:1998, 442-01-12]

421 Proteksi terhadap kebakaran yang disebabkan oleh perlengkapan listrik

421.1 Persyaratan umum

Manusia, ternak dan harta benda harus diproteksi terhadap kerusakan atau luka yang disebabkan oleh bahang atau api yang mungkin ditimbulkan atau dirambatkan dalam instalasi listrik dengan memperhitungkan persyaratan standar ini dan petunjuk pabrikan perlengkapan.

Bahang yang ditimbulkan oleh perlengkapan listrik tidak boleh menyebabkan bahaya atau efek membahayakan pada bahan magun di dekatnya atau bahan yang diperkirakan berada di dekat perlengkapan tersebut. Perlengkapan listrik tidak boleh menimbulkan bahaya api kepada bahan-bahan di dekatnya.

CATATAN Kerusakan, luka atau penyulutan dapat disebabkan oleh efek seperti:

- akumulasi bahang, radiasi bahang, elemen panas,
- pengurangan fungsi keselamatan perlengkapan listrik, misalnya gawai proteksi seperti perangkat sakelar proteksi, termostat, pembatas suhu, pendedap penetrasi kabel dan sistem perkawatan,
- arus lebih,
- gangguan insulasi dan/atau busur yang menyebabkan interferensi,
- arus harmonik,
- sambaran petir, lihat seri IEC 62305,
- voltase lebih, lihat Ayat 443 Bagian 4-44,
- pemilihan dan pemasangan perlengkapan yang tidak sesuai.

Petunjuk pemasangan pabrikan yang relevan, harus diperhitungkan sebagai tambahan persyaratan dalam PUIL.

421.2 Bila perlengkapan magun dapat mencapai suhu permukaan yang dapat menyebabkan bahaya kebakaran pada bahan di dekatnya, perlengkapan harus:

- dipasang pada atau di dalam bahan yang akan menahan suhu tersebut dan punya konduktans termal rendah, atau
- diberi skrin dari elemen konstruksi gedung dengan bahan yang akan menahan suhu tersebut dan punya konduktans termal rendah, atau
- dipasang sedemikian sehingga memungkinkan disipasi bahang yang aman pada jarak memadai dari sembarang bahan dimana suhu tersebut dapat memberi efek termal yang mengganggu, sembarang sarana penyangga dengan konduktans termal rendah.

421.3 Bila busur api atau latu dapat diemisikan oleh perlengkapan yang dihubungkan secara permanen dalam layanan normal, perlengkapan harus:

- diselungkup secara total dalam bahan tahan busur api, atau
- diberi skrin dengan bahan tahan busur api dari bahan dimana emisi dapat menimbulkan efek berbahaya, atau
- dipasang sedemikian sehingga memungkinkan pemadaman emisi pada jarak memadai dari bahan dimana emisi dapat menimbulkan efek berbahaya.

Bahan tahan busur api yang digunakan untuk tindakan proteksi ini harus tidak dapat tersulut, konduktivitas termal rendah dan ketebalan yang memadai untuk memberikan kestabilan mekanis.

CATATAN Sebagai contoh, lembaran fiberglas silikon dengan ketebalan 20 mm dapat digunakan sebagai tahan busur api.

421.4 Perlengkapan magun yang menyebabkan konsentrasi bahang harus berada pada jarak yang memadai dari setiap benda atau elemen bangunan magun, sedemikian sehingga

benda atau elemen bangunan tersebut dalam kondisi normal tidak dapat terkena suhu yang berbahaya. Misalnya suhu yang melebihi suhu penyulutannya.

CATATAN Sembarang informasi dari pabrikan perlengkapan sebaiknya diperhitungkan.

421.5 Bila perlengkapan listrik dalam suatu lokasi tunggal berisi cairan mudah terbakar dalam jumlah yang signifikan, maka harus diambil tindakan pencegahan yang memadai untuk mencegah penyebaran cairan, nyala api dan produk pembakaran.

CATATAN 1 Contoh tindakan pencegahan tersebut adalah:

- lubang penyimpanan untuk menampung kebocoran cairan dan memastikan pemadamannya saat terjadi kebakaran, atau
- pemasangan perlengkapan dalam kamar tahan api yang memadai dan tindakan ketentuan bendul (*sill*) atau sarana lain untuk mencegah cairan menyebar ke bagian lain bangunan, kamar tersebut berventilasi hanya ke atmosfer eksternal.

CATATAN 2 Batas terendah yang dapat diterima untuk jumlah yang signifikan umumnya adalah 25 liter.

CATATAN 3 Bila kurang dari 25 liter, adalah memadai untuk mengambil tindakan pencegahan yang mencegah keluarnya cairan.

CATATAN 4 Produk pembakaran cairan dianggap nyala api, asap dan gas.

CATATAN 5 Diinginkan untuk menyakelar off suplai pada saat terjadi kebakaran.

421.6 Bahan selungkup yang dipasang di sekeliling perlengkapan listrik selama pemasangan harus tahan terhadap suhu tertinggi yang mungkin ditimbulkan oleh perlengkapan listrik.

Bahan mudah terbakar tidak cocok untuk konstruksi selungkup tersebut kecuali dilakukan tindakan pencegahan terhadap penyulutan, sedemikian seperti menutupi dengan bahan yang tak mudah terbakar berkonduktivitas rendah.

422 Tindakan pencegahan di mana ada risiko khusus kebakaran

422.1 Umum

422.1.1 Perlengkapan listrik harus dibatasi untuk keperluan penggunaan di lokasi ini, kecuali sistem perkawatan menurut 422.3.5.

422.1.2 Perlengkapan listrik harus dipilih dan dipasang sedemikian sehingga suhunya dalam pemakaian normal dan kenaikan suhu yang dapat diperkirakan selama gangguan tidak dapat menyebabkan kebakaran.

Susunan ini dapat dipengaruhi oleh konstruksi perlengkapan atau kondisi instalasinya.

Tindakan khusus tidak diperlukan bila suhu permukaan tidak mungkin menyebabkan penyulutan zat yang berdekatan.

422.1.3 Gawai pemutus (*cut-out*) termal harus hanya punya reset manual.**422.2 Kondisi evakuasi saat darurat**

Kondisi BD2: Okupasi: kepadatan rendah, evakuasi: kondisi sulit
 BD3: Okupasi: kepadatan tinggi, evakuasi: kondisi mudah
 BD4: Okupasi: kepadatan tinggi, evakuasi: kondisi sulit
 (menurut Tabel 51A Bagian 5-51).

CATATAN Otoritas yang berwenang untuk konstruksi gedung, tempat berkumpulnya publik, pencegahan kebakaran dsb, dapat menentukan kondisi BD mana yang dapat diterapkan.

422.2.1 Pada kondisi BD2, BD3 dan BD4, sistem perkawatan tidak boleh melintasi rute penyelamatan, kecuali perkawatan pada sistem perkawatan dilengkapi dengan selubung atau selungkup, dilengkapi dengan sistem manajemen kabelnya sendiri atau sarana lain.

Sistem perkawatan yang melintasi rute penyelamatan tidak boleh dalam jangkauan tangan kecuali dilengkapi dengan proteksi terhadap kerusakan mekanis yang mungkin terjadi selama evakuasi.

Sistem perkawatan pada rute penyelamatan harus sependek mungkin dan harus tidak merambatkan nyala api.

CATATAN 1 Kesesuaian dengan persyaratan ini dapat dicapai dengan menggunakan produk berikut:

- kabel yang memenuhi pengujian pada kondisi kebakaran dalam IEC 60332-1-2, dan kondisi kebakaran yang sesuai sebagai berikut: IEC 60332-3-21, IEC 60332-3-22, IEC 60332-3-23, IEC 60332-3-24 dan IEC 60332-3-25;
- sistem conduit yang diklasifikasikan sebagai tidak merambatkan nyala api menurut IEC 61386-1;
- sistem berumbung kabel yang diklasifikasikan sebagai tidak merambatkan nyala api menurut IEC 61084-1;
- sistem rak kabel dan sistem tangga kabel yang diklasifikasikan sebagai tidak merambatkan nyala api menurut IEC 61537;
- untuk sistem *powertrack*: seri IEC 61534.

Pada kondisi BD2, BD3 dan BD4, sistem perkawatan yang menyuplai sirkit keselamatan harus punya ketahanan terhadap peringkat kebakaran untuk waktu yang diatur oleh regulasi untuk elemen gedung atau 1 jam dalam ketiadaan regulasi tersebut.

CATATAN 2 Persyaratan untuk mempertahankan fungsi sistem perkawatan layanan keselamatan dalam kondisi kebakaran, mengacu pada Bagian 5-56.

Perkawatan di dalam rute penyelamatan harus punya laju terbatas produksi asap.

CATATAN 3 Dalam ketiadaan persyaratan detail yang diberikan oleh standar kabel, direkomendasikan bahwa nilai 60% transmitansi cahaya diadopsi sebagai nilai minimum untuk sembarang kabel yang diuji terhadap IEC 61034-2.

422.2.2 Pada kondisi BD3 dan BD4, gawai PPK (perlengkapan penyakelaran dan kendali, sebagai pengganti PHBK – perlengkapan hubung bagi dan kendali), kecuali gawai tertentu untuk memfasilitasi evakuasi, harus dapat diakses hanya oleh personel berwenang. Jika ditempatkan dalam gang, harus diselungkup dalam lemari atau kotak yang dikonstruksi berbahan tak mudah terbakar.

CATATAN Ayat ini tidak melarang selungkup plastik yang tidak mudah terbakar.

422.2.3 Pada kondisi BD3 dan BD4 dan pada rute penyelamatan, perlengkapan listrik yang berisi cairan yang mudah terbakar tidak boleh dipasang.

CATATAN Kapasitor individu yang tergabung dalam perlengkapan tidak terkena persyaratan ini. Pengecualian ini prinsipnya mengenai lumener luah dan kapasitor starter motor.

422.3 Lokasi dengan risiko kebakaran karena sifat bahan yang diproses atau disimpan

Kondisi BE2: Risiko kebakaran (menurut Tabel 51 A Bagian 5-51).

CATATAN 1 Jumlah bahan yang mudah terbakar atau permukaan atau volume lokasi dapat diregulasi oleh otoritas nasional.

CATATAN 2 Untuk risiko ledakan, lihat IEC 60079-14.

422.3.1 Lumener harus dijaga pada jarak yang memadai dari bahan mudah terbakar. Jika tidak ada informasi lain diberikan oleh pabrikan, lampu sorot dan proyektor harus dipasang pada jarak minimum berikut dari bahan mudah terbakar:

≤ 100 W	0,5 m
> 100 W hingga 300 W	0,8 m
> 300 W hingga 500 W	1,0 m
> 500 W dapat diperlukan jarak yang lebih jauh.	

CATATAN Pada ketiadaan petunjuk pabrikan, jarak di atas menyatakan ke semua arah.

Lampu dan komponen lain dari lumener harus diproteksi terhadap stres mekanis yang dapat diperkirakan. Sarana proteksi tersebut tidak boleh dimagun pada kaki lampu kecuali merupakan bagian integral dari lumener. Modifikasi pada lumener tak dapat diterima.

Lumener dengan lampu yang dapat mengeluarkan bahan mudah terbakar saat kegagalan, harus dipasang dengan pelindung proteksi keselamatan untuk lampu sesuai petunjuk pabrikan.

CATATAN Lumener yang cocok untuk pemasangan langsung pada permukaan yang secara normal mudah terbakar terlebih dulu ditandai dengan simbol.



menurut IEC 60598-1:2003 (edisi ke enam).

Dengan publikasi IEC 60598-1:2008 (Edisi ke tujuh membatalkan dan menggantikan edisi ke enam), lumener yang cocok untuk pemasangan langsung tidak punya tanda khusus dan hanya lumener yang tidak cocok untuk pemasangan pada permukaan yang secara normal mudah terbakar ditandai dengan simbol



(lihat Ayat N.4 IEC 60598-1:2008 untuk penjelasan lebih lanjut).

422.3.2 Tindakan harus dilakukan untuk mencegah selungkup listrik perlengkapan seperti pemanas atau resistor melebihi suhu berikut:

- 90 °C pada kondisi normal, dan
- 115 °C ada kondisi gangguan.

Bila bahan semacam debu atau serat yang cukup untuk menyebabkan bahaya kebakaran akan terakumulasi pada selungkup perlengkapan listrik, harus dilakukan tindakan memadai untuk mencegah selungkup tersebut melebihi suhu yang disebut di atas.

CATATAN Luminer yang ditandai  sesuai dengan IEC 60598-2-24 didesain untuk memberikan suhu-permukaan yang terbatas.

422.3.3 Perangkat penyakelaran untuk proteksi, kendali dan isolasi harus ditempatkan di luar lokasi yang memberikan kondisi BE2, kecuali jika berada di dalam selungkup yang memberikan tingkat proteksi yang sesuai untuk lokasi tersebut sekurangnya IPX4 atau, pada keberadaan debu, IPX5 atau, pada keberadaan debu konduktif, IPX6, kecuali dimana berlaku 422.3.11.

422.3.4 Kecuali jika perkawatan dan sistem perkawatan terbenam dalam bahan tak mudah terbakar, hanya sistem perkawatan yang tidak merambatkan nyala api yang harus digunakan.

Sebagai minimum, perlengkapan harus dipilih menurut persyaratan berikut:

- kabel harus memenuhi pengujian pada kondisi kebakaran, yang ditentukan dalam seri IEC 60332;
- sistem conduit harus memenuhi pengujian untuk ketahanan rambatan nyala api, yang ditentukan dalam seri IEC 61386;
- sistem berumbung kabel dan sistem talang kabel harus memenuhi pengujian untuk ketahanan rambatan nyala api, yang ditentukan dalam seri IEC 61084;
- sistem rak kabel dan sistem tangga kabel harus memenuhi pengujian rambatan nyala api, yang ditentukan dalam seri IEC 61537;
- sistem *powertrack* harus memenuhi pengujian rambatan nyala api, yang ditentukan dalam seri IEC 61534.

CATATAN 1 Jika risiko rambatan nyala api tinggi, misalnya dalam jalur vertikal yang panjang dari bundel kabel (*bunched cable*), kabel dapat memenuhi karakteristik rambatan nyala api dari bagian yang sesuai dalam seri IEC 60332-3.

CATATAN 2 Uji rambat nyala api untuk sistem manajemen kabel selalu dilakukan dalam konfigurasi vertikal.

422.3.5 Sistem perkawatan yang melintasi lokasi, tapi tidak diperlukan untuk pemakaian lokasi tersebut, harus memenuhi kondisi berikut:

- sistem perkawatan harus memenuhi persyaratan 422.3.4;
- tidak punya hubungan sepanjang rute di dalam lokasi, kecuali hubungan ini ditempatkan dalam selungkup tahan api;
- diproteksi terhadap arus lebih sesuai dengan 422.3.10;
- konduktor telanjang tidak boleh digunakan.

422.3.6 Pada instalasi pemanas udara paksa, tempat masuk udara (*air intake*) harus berada di luar lokasi di mana dapat diduga adanya debu yang mudah terbakar.

Suhu udara keluar harus sedemikian sehingga tidak menyebabkan kebakaran di lokasi tersebut.

422.3.7 Motor yang dikendalikan secara otomatis atau jarak jauh, atau yang tidak disupervisi secara kontinu, harus diproteksi terhadap kenaikan suhu yang berlebihan oleh gawai responsif suhu, kecuali jika didesain khusus untuk pembatasan bahang secara inheren.

422.3.8 Setiap lumener harus:

- sesuai untuk lokasi; dan
- dilengkapi dengan selungkup yang memberikan tingkat proteksi sedikitnya IP4X atau, pada keberadaan debu, IP5X atau, pada keberadaan debu konduktif, IP6X, dan
- punya suhu permukaan terbatas, menurut IEC 60598-2-24, dan
- merupakan jenis yang mencegah komponen lampu jatuh dari lumener.

Di lokasi dimana dapat terjadi bahaya kebakaran akibat debu atau serat, lumener harus dipasang sedemikian sehingga debu atau serat tak dapat terakumulasi dalam jumlah yang membahayakan.

CATATAN Sebaiknya lumener juga sesuai dengan bagian relevan seri IEC 60598. Lihat juga Ayat 559 Bagian 5-55.

422.3.9 MOD Sirkuit akhir dan pemanfaat listrik harus diproteksi terhadap kegagalan insulasi sebagai berikut:

- a) Pada sistem TN dan TT, harus digunakan GPAS dengan arus operasi sisa pengenalan $I_{\Delta n} \leq 300$ mA.

Bila semua pemanfaat listrik yang dipasang tidak menimbulkan arus bocor inheren lebih besar dari 150 mA, GPAS tersebut dapat dipasang pada panel distribusi (perangkat penyakelaran dan kendali – PPK) sirkuit utama/cabang, untuk melindungi seluruh sirkuit. Bila tidak memungkinkan, maka GPAS harus dipasang pada panel distribusi sirkuit akhir.

Untuk residensial, di mana kemungkinan kecil terjadi arus bocor melebihi 150 mA, maka GPAS ditempatkan pada panel utama. Bila memungkinkan (khususnya untuk residensial menengah dan kecil), maka GPAS 300 mA dapat diganti dengan GPAS 30 mA untuk sekaligus memberi proteksi terhadap kejutan listrik.

CATATAN GPAS 300 mA yang dimaksudkan dalam pengertian di atas sebaiknya merupakan GPAS jenis tunda (jenis S) karena harus berkoordinasi dengan GPAS 30 mA yang merupakan proteksi untuk kotak kontak sesuai 411.3.3.

- b) Pada sistem IT, gawai monitor insulasi yang memonitor seluruh instalasi atau GMAS (gawai monitor arus sisa) pada sirkuit akhir, harus disediakan dengan sinyal dapat didengar dan dilihat. Sebagai alternatif, dapat digunakan GPAS dengan arus operasi sisa pengenalan sebagaimana ditentukan dalam a). Pada peristiwa gangguan kedua, lihat Bagian 4-41 untuk waktu diskoneksi.

Kabel berinsulasi mineral dan sistem berumbung kabel tidak dianggap mungkin dapat menyebabkan kebakaran dari gangguan insulasi dan karena itu tidak perlu diproteksi.

CATATAN Direkomendasikan kabel dengan penutup logam (*metallic covering*). Sebaiknya penutup logam dihubungkan ke konduktor proteksi.

422.3.10 Sirkuit yang menyuplai atau melintasi lokasi dimana berlaku BE2, harus diproteksi terhadap beban lebih dan hubung pendek dengan gawai proteksi yang ditempatkan di luar dan pada sisi suplai lokasi tersebut. Sirkuit yang berawal dari dalam lokasi harus diproteksi terhadap arus lebih dengan gawai proteksi yang ditempatkan di awal.

422.3.11 Pada sirkuit yang disuplai pada SELV atau PELV, bagian aktif harus

- ditempatkan dalam selungkup yang memberi tingkat proteksi IP2X atau IPXXB, atau
- dilengkapi dengan insulasi yang mampu menahan voltase uji 500 V a.s selama 1 menit.

tanpa menghiraukan voltase nominal sirkuit tersebut. Hal ini sebagai tambahan persyaratan 414.4.5 Bagian 4-41.

422.3.12 MOD Konduktor PEN tidak diperbolehkan.

422.3.13 Setiap sirkuit yang menyuplai perlengkapan pada lokasi dimana kondisi BE2 berlaku, harus dilengkapi dengan sarana isolasi dari semua konduktor suplai aktif sedemikian sehingga tidak ada konduktor suplai aktif tetap tertutup ketika satu atau lebih lainnya terbuka. Hal ini dapat dicapai, misalnya dengan sakelar yang ditautkan secara mekanis atau pemutus sirkuit yang ditautkan secara mekanis.

CATATAN Ketentuan dapat dibuat untuk isolasi kelompok sirkuit dengan sarana bersama, jika kondisi layanan memperbolehkan hal tersebut.

422.4 Lokasi dengan bahan konstruksi mudah terbakar

Kondisi CA2: Bahan mudah terbakar (menurut Tabel 51A Bagian 5-51)

422.4.1 Tindakan pencegahan harus dilakukan untuk memastikan bahwa perlengkapan listrik tidak dapat menyebabkan penyulutan dinding, lantai atau plafon. Hal ini dapat dicapai dengan desain, pemilihan dan pemasangan perlengkapan listrik yang tepat.

Untuk menghindari masuknya benda asing padat, kotak dan selungkup yang dipasang dalam dinding berongga prefabrikasi yang dapat dibor selama pemasangan dinding, harus punya tingkat proteksi sedikitnya IP3X.

422.4.2 Luminer harus dijaga pada jarak yang memadai dari bahan mudah terbakar. Jika tidak ada informasi lain diberikan oleh pabrikan, lampu sorot dan proyektor harus dipasang pada jarak minimum berikut dari bahan mudah terbakar:

≤ 100 W	0,5 m
> 100 W hingga 300 W	0,8 m
> 300 W hingga 500 W	1,0 m
> 500 W dapat diperlukan jarak yang lebih jauh.	

CATATAN 1 Pada ketiadaan petunjuk pabrikan, jarak di atas menyatakan ke semua arah.

Lampu dan komponen lain dari luminer harus diproteksi terhadap stres mekanis yang dapat diperkirakan. Sarana proteksi tersebut tidak boleh dimagun pada kaki lampu kecuali merupakan bagian integral dari luminer.

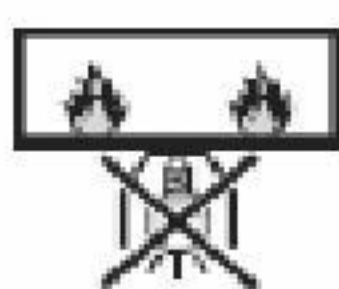
Luminer dengan lampu yang dapat mengeluarkan bahan mudah terbakar saat kegagalan, harus dipasang dengan pelindung proteksi keselamatan untuk lampu sesuai petunjuk pabrikan.

CATATAN 2 Luminer yang cocok untuk pemasangan langsung pada permukaan yang secara normal mudah terbakar terlebih dulu ditandai dengan simbol.



menurut IEC 60598-1:2003 (edisi ke enam).

Dengan publikasi IEC 60598-1:2008 (Edisi ke tujuh membatalkan dan menggantikan edisi ke enam), luminer yang cocok untuk pemasangan langsung tidak punya tanda khusus dan hanya luminer yang tidak cocok untuk pemasangan pada permukaan yang secara normal mudah terbakar ditandai dengan simbol



dan/atau



(lihat Ayat N.4 IEC 60598-1:2008 untuk penjelasan lebih lanjut).

422.5 Bangunan yang merambatkan api

Kondisi CB2: Perambatan api (menurut Tabel 51A Bagian 5-51).

422.5.1 Pada bangunan dimana bentuk dan dimensinya memudahkan penyebaran api, tindakan pencegahan harus dilakukan untuk memastikan bahwa instalasi listrik tidak dapat merambatkan kebakaran (misalnya efek cerobong – *chimney effect*).

CATATAN Detektor kebakaran dapat dipasang yang memastikan implementasi tindakan untuk mencegah perambatan kebakaran, misalnya penutupan penutup tahan api dalam talang, void gedung dan sejenisnya. Kotak dan selungkup menurut IEC 60670-1 untuk dinding berongga dan kabel menurut seri IEC 60332-3 dapat digunakan. IEC 60670-1 mencakup penandaan dengan simbol H untuk kotak dan selungkup untuk dinding berongga.

422.6 Pemilihan dan pemasangan instalasi di lokasi yang membahayakan barang tak tergantikan

Persyaratan 422.1.2 harus terpenuhi.

CATATAN 1 Lokasi, termasuk gedung atau ruangan dengan aset tak ternilai.

Contohnya termasuk: monumen nasional, museum dan gedung publik lainnya. Gedung semacam stasiun kereta api dan bandara, gedung atau fasilitas semacam laboratorium, pusat komputer dan fasilitas pergudangan dan industri tertentu.

CATATAN 2 Tindakan berikut dapat dipertimbangkan:

- Instalasi kabel berinsulasi mineral menurut IEC 60702-1;
- Instalasi kabel dengan karakteristik tahan api yang ditingkatkan dalam kasus bahaya kebakaran, dan memenuhi IEC 60331-1 atau IEC 60331-21 atau sejenisnya;

- Instalasi kabel dalam dinding padat, plafon dan lantai yang tidak mudah terbakar;
- Instalasi kabel dalam area dengan konstruksi partisi dengan kemampuan tahan api untuk waktu 30 menit, atau 90 menit (di lokasi tangga perumahan dan membutuhkan penyelamatan darurat).

Bila tindakan tersebut tidak praktis, peningkatan proteksi kebakaran dimungkinkan dengan penggunaan sistem proteksi kebakaran reaktif.

423 Proteksi terhadap luka bakar

Bagian dapat diakses perlengkapan listrik di dalam jangkauan tangan, tidak boleh mencapai suhu yang mungkin menyebabkan luka bakar pada manusia, dan harus memenuhi batas yang sesuai dengan yang dinyatakan dalam Tabel 42.1. Semua bagian instalasi yang dalam layanan normal mungkin mencapai suhu yang melebihi yang dinyatakan dalam Tabel 42.1, meskipun dalam periode yang singkat, harus diberi pelindung sedemikian sehingga mencegah setiap sentuh tak sengaja. Namun nilai dalam Tabel 42.1 tidak berlaku untuk perlengkapan yang memenuhi standar IEC untuk jenis perlengkapan terkait.

CATATAN Suhu yang lebih rendah dapat diterapkan di mana kondisi BA2 (anak-anak) berlaku.

Tabel 42.1 - Batas suhu dalam layanan normal untuk bagian dapat diakses perlengkapan dalam jangkauan tangan

Bagian dapat akses	Bahan permukaan dapat diakses	Suhu maksimum °C
Sarana genggam operasi	Logam	55
	Nonlogam	65
Bagian yang dimaksudkan untuk disentuh tetapi bukan sarana genggam	Logam	70
	Nonlogam	80
Bagian yang tidak perlu disentuh untuk operasi normal	Logam	80
	Nonlogam	90

424 Proteksi terhadap panas lebih

424.1 Sistem pemanas udara paksa

Sistem pemanas udara paksa harus sedemikian sehingga elemen pemanasnya, selain daripada pemanas tandon sentral, tidak dapat diaktifkan sampai aliran udara yang ditentukan telah tersedia dan dinonaktifkan ketika aliran udara kurang dari nilai yang ditentukan. Sebagai tambahan, sistem tersebut harus mempunyai dua gawai pembatas suhu yang independen satu sama lain untuk mencegah dilampauinya suhu yang diizinkan di dalam talang udara.

Bagian penyangga, rangka dan selungkup elemen pemanas harus dari bahan tak mudah terbakar.

424.2 Peranti yang menghasilkan air panas atau uap panas

Seluruh peranti yang menghasilkan air panas atau uap panas harus diproteksi dengan desain atau pemasangan terhadap panas-lebih pada semua kondisi pelayanan. Kecuali jika peranti secara keseluruhan memenuhi standar SNI/IEC yang sesuai, maka proteksi harus dengan sarana gawai nonswareset yang sesuai, yang berfungsi tidak tergantung dari termostat.

Jika peranti tidak mempunyai outlet bebas, maka harus juga dilengkapi dengan gawai yang membatasi tekanan air.

424.3 Peranti pemanas ruangan

Rangka dan selungkup peranti pemanas ruangan harus dari bahan tak mudah terbakar.

CATATAN Dalam area operasi dengan risiko kebakaran, peranti pemanas ruangan tidak boleh dioperasikan jika udara dari area ini diarahkan melalui peranti.

Sisi dinding pemanas radian, yang tidak tersentuh oleh radiasi bahang, sebaiknya punya jarak yang memadai dari bagian mudah terbakar. Dalam hal pengurangan jarak dengan partisi tak mudah terbakar, partisi tersebut sebaiknya punya jarak sedikitnya 1 cm ke selungkup pemanas radian dan ke bagian mudah terbakar.

Kecuali tidak dinyatakan oleh pabrikan, pemanas radian sebaiknya dipasang sedemikian sehingga dipastikan jarak keselamatan ke arah radiasi sedikitnya 2 m dari bagian mudah terbakar.



Bibliografi

- [1] IEC 60050-442:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 442: Electrical accessories*
- [2] IEC 60079-14:1996, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*
- [3] IEC 60331-1, *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity – Part 1: Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV and with an overall diameter exceeding 20 mm*
- [4] IEC 60331-21, *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity – Part 21: Procedures and requirements - Cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV*
- [5] IEC 60332-1-2:2004, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*
- [6] IEC 60332-3-21:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-21: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category A F/R*
- [7] IEC 60332-3-22:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-22: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category A*
- [8] IEC 60332-3-23:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-23: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category B*
- [9] IEC 60332-3-24:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*
- [10] IEC 60332-3-25:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-25: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category D*
- [11] IEC 60364-4-43, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*
- [12] IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*
- [13] IEC 60364-5-52, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*
- [14] IEC 60364-5-55:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment*
- [15] IEC 60364-7-753, *Low-voltage electrical installations – Part 7-753: Requirements for special installations or locations – Floor and ceiling heating systems*
- [16] IEC 60598 (all parts), *Luminaires*

- [17] IEC 60598-1:2003, *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*
 - [18] IEC 60598-1:2008, *Luminaires – Part 1: General requirements and tests* (The sixth edition of IEC 60598-1:2003 has been replaced by the seventh edition (2008))
 - [19] IEC 60670-1, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 1: General requirements*
 - [20] IEC 60695-4, *Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products*
 - [21] IEC 60702-1, *Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V – Part 1: Cables*
 - [22] IEC 60947-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*
 - [23] IEC 61034-2, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*
 - [24] IEC 61084-1, *Cable trunking and ducting systems for electrical installations – Part 1: General requirements*
 - [25] IEC 61386-1, *Conduit systems for cable management – Part 1: General requirements*
 - [26] IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*
 - [27] IEC 62020, *Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs)*
 - [28] IEC 62305 (all parts), *Protection against lightning*
 - [29] EN 50272-2, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries*
-